

掌纹屈肌线纹型的量化研究

张亮¹, 屈景辉²

(1. 西安工业大学电子信息工程学院生物医学工程系, 西安 710032;

2. 第四军医大学生物医学工程系计算机教研室, 西安 710032)

摘要: 本文提出一组定量描述掌纹屈肌线纹型的特征向量, 以描述和区分传统皮纹学中定义的 6 种掌纹屈肌线纹型。用该特征向量对 151 例(302 只手掌掌纹) 样本的 6 种屈肌线纹型进行了描述, 并用 Fisher 判别分析进行了多类判别。结果发现, 6 种屈肌线纹型的分类判别正确率达到 96.0%, 其中桥贯型、悉尼型、通贯型、叉贯型的分类正确率为 100%。为检验判别效果, 用“刀切法”原则进行了回代交叉核实, 验证后的正确率亦为 96.0%, 验证效果较好。结论认为, 所采用的特征向量与相应的判别方法结合, 能描述并区分不同的屈肌线纹型, 并可得到较高分类正确率。

关键词: 掌纹屈肌线纹型; 量化; Fisher 判别分析

中图法分类号: R318 文献标识码: A 文章编号: 1000-3193 (2008) 04-0364-05

1 引言

20 世纪 30 年代至今, 大量有关皮纹学的相关文献和研究证明: 皮纹与疾病、民族、种族间均存在某种相关性, 但是由于目前皮纹学的研究仍然停留在依靠主观经验和定性描述的层次上, 造成不同疾病或不同民族具有相同的皮纹特征, 或者一种疾病或一个民族具有多种皮纹特征的情况, 这种“多对多”的现象使皮纹学的进展较为缓慢。在医学和人类学领域逐步走向数字化、量化的今天, 如能建立一个数字皮纹特征体系, 将皮纹学中各种定性的特征转换为准确的数学模型, 以定量地描述。不但能使工作者有一个统一的皮纹特征评价平台, 而且对促进皮纹学的发展将起到重要作用。

本文根据各种掌纹屈肌线纹型的特点, 建立了由三个变量组成的屈肌线纹型特征向量, 并用该向量来刻画传统医学皮纹学中的各种屈肌线纹型, 使屈肌线纹型的描述量化、数字化; 并用经典的 Fisher 判别法对搜集到的多例掌纹进行了分类判别, 以评价所提出特征向量的优劣。

2 对象和方法

2.1 对象

收稿日期: 2007-12-20; 定稿日期: 2008-06-23

作者简介: 张亮, 女, 讲师, 西安工业大学电子信息工程学院生物医学工程系, 主要研究方向: 医学图像处理, 生物信息学。E-mail: sally_zhang_xj@163.com

通讯作者: 屈景辉, E-mail: qujh@fmmu.edu.cn

2006 年 1—7 月, 搜集西安市抗癌俱乐部成员及在校师生掌纹共计 151 例(手掌 302 只), 其中男 98 例, 女 53 例, 年龄 20—74(44.6 ± 20.1) 岁。

2.2 方法

在皮纹学上, 手掌中通常有三条较深的褶皱纹线, 称作屈肌线, 从四指指根开始, 依次称为远侧横褶纹(第一屈肌线)、近侧横褶纹(第二屈肌线)、大鱼际纵褶纹(第三屈肌线)。根据中国肤纹学研究专家张海国教授提出的掌纹屈肌线纹型的分类方法, 掌纹依屈肌线的流向, 可以分为六种纹型^[1]:

1) 普通型: 这也是大多数正常人的掌褶纹, 呈“爪”字形(图 1:A); 2) 通贯掌: 又称猿线, 由远侧横褶纹与近侧横褶纹连成一条直线横贯全掌而形成(图 1:B); 3) 桥贯掌: 也称变异 I 型, 表现为远侧和近侧横褶纹借助一条短的褶纹连接(图 1:C); 4) 叉贯掌: 又称变异 II 型, 为一横贯全掌的褶纹, 在其上下各方伸出一个分叉(图 1:D); 5) 悉尼掌: 表现为近侧横褶纹通贯全掌, 远侧横褶纹仍呈正常走向。这种掌褶纹多见于澳大利亚正常悉尼人群中, 故称悉尼掌(图 1:E); 6) 其他掌: 又分两种类型, I 型与通贯掌近似, 掌中只有两条屈肌线, 但是二线之间无交叉(图 1:F); II 型与普通掌近似, 呈“川”字形(图 1:G)。

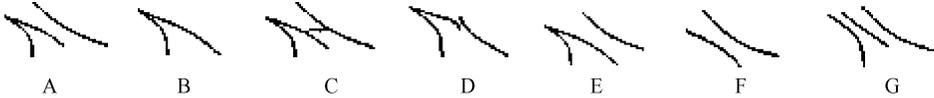


图 1 皮纹学中的掌纹纹型 Palmprint types in dermatoglyphics

从图 1 可以看出: 6 种掌纹屈肌线纹型在外形上的特征主要有如下不同: 首先表现是屈肌线的数目不同, 通贯型、叉贯型与其他 I 型掌纹的屈肌线数目有两条, 而其他屈肌线纹型的屈肌线数目为三条; 其次, 第二屈肌线的长度不同, 悉尼型掌纹的第二屈肌线横贯全掌, 而其他掌纹屈肌线纹型的第二屈肌线均相对较短, 故可以考虑用第二屈肌线与掌宽的长度之比来区分这种性质: 悉尼型掌纹由于第二屈肌线较长, 故该指标值远比其他掌纹屈肌线纹型的值要大, 由于通贯掌的第一屈肌线与第二屈肌线合并为一条线, 故通贯型掌纹的该指标可以用 1 来表示; 第三, 三条屈肌线之间的交点个数不同, 桥贯型掌纹在远侧横褶纹和近侧横褶纹之间存在短的连接褶纹, 故点个数为 3, 而其他型由于或者缺失第三屈肌线, 或者三线间无交点, 其交点个数均为 0。

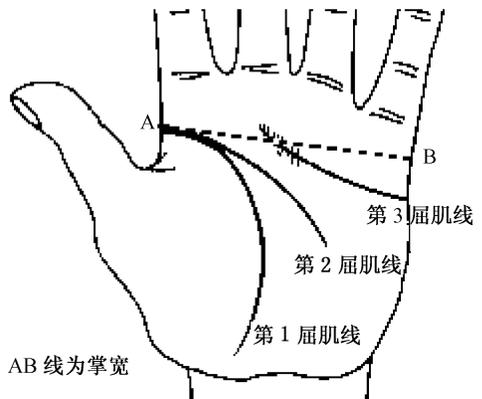
根据上述分析, 本文提出下述三个变量来描述不同掌纹的屈肌线特征, 即:

x_1 : 屈肌线的数目(用 *line* 表示), 取值范围:
 $x_1 \in \{2, 3\}$

x_2 : 第二屈肌线与掌宽长度之比(用 *rate* 表示), 取值范围: $0 \leq x_2 \leq 2$

x_3 : 三条屈肌线间的交点个数(用 *intersection* 表示), 取值范围 $x_3 \in \{0, 1, 3\}$ 。

三条屈肌线在手掌中的位置如图 2 所示。通贯型掌纹的第二第三屈肌线重合; 叉贯型掌纹缺失第三屈肌线; 桥贯型掌纹中第二第三屈肌线



AB 线为掌宽

图 2 手掌中的三条屈肌线

Three palmar flexion creases in a palm

间有交点;悉尼型掌纹第二屈肌线由于横贯全掌,故 x_2 较大。

在已经提取出掌纹屈肌线的的基础上^[2],本文用上述三个变量对各种屈肌线纹型进行描述,得到6种纹型的量化值(表1)。据此可建立一个由上述三个变量组成的描述屈肌线纹型的特征向量 $X = (x_1, x_2, x_3)'$ 以定量描述各种掌纹屈肌线纹型。

为了验证所提出的特征向量能否完整地表达各种掌纹屈肌线纹型的特征,本文采用经典的 Fisher 判别分析对上述 302 例掌纹的纹型进行了分类,对新样本所属的类别作出基于最小二乘法意义上的分类结果。基于 Fisher 准则的线性判别是最基本的和最有代表性的分类方法^[3],该方法利用训练数据建立最优判别方程,然后为了验证 Fisher 判别的分类效果,实验中又采用统计中的“刀切法”方法进行了交叉回代验证,过程如下:假设有 N 个样本,每次顺序剔除一个样本,用余下的 N-1 个样本建立判别函数,用该判别函数判别剔除的样本,重复 N 次上述步骤,计算最后误判概率($P = \text{正确预测的次数} / \text{总样本数}$)^[3,4]。本实验中所有统计分析均在 SPSS13.0 软件下完成。

表 1 六种纹型的三个量化指标
Three quantitative features to describe six palmprint types

	普通型	桥贯型	通贯型	叉贯型	悉尼型	其他型	
						I 型	II 型
x1	3	3	2	2	3	2	3
x2	< 1	< 1	1	< 1	> 1	< 1	< 1
x3	1	3	1	1	1	0	0

3 结果

将掌纹集中的全部样本都参与分类,用 Fisher 判别分析建立了6种掌纹屈肌线纹型的判别方程如下:

普通型: $y = -381.06 + 187.31x_1 + 84.86x_2 + 134.90x_3$

桥贯型: $y = -964.52 + 167.16x_1 + 116.82x_2 + 445.41x_3$

悉尼型: $y = -411.85 + 184.79x_1 + 122.42x_2 + 140.16x_3$

通贯型: $y = -257.62 + 117.18x_1 + 127.58x_2 + 149.75x_3$

叉贯型: $y = -223.05 + 119.94x_1 + 85.82x_2 + 144.87x_3$

其他型: $y = -271.88 + 179.32x_1 + 69.50x_2 - 9.94x_3$

由这些判别函数可以计算出每个观测样本在各组的分类函数值,然后将样本分到分类函数值较大的类别中。表2给出了不同掌纹屈肌线纹型的判别分类结果以及用“刀切法”的原则进行回代交叉核实后的验证结果,最终对预测样本的总分类正确率为96.0%,其中桥贯型、悉尼型、通贯型、叉贯型均被100%完全分类;验证正确率亦为96.0%,效果较好。从而证明皮纹学中常用的六种屈肌线纹型确实可以用屈肌线的数目、第三屈肌线与掌宽长度之比以及三条屈肌线之间的交点个数来量化表示(表2)。Fisher 判别后各类分布如图2所示。

从图2中也可以看出,普通型与悉尼型的类中心较为接近,并很难完全区分。而表2也揭示了这两类错分率较高;其它型掌纹有其它I型与其它II型,共同特点是屈肌线间无交

点,但是屈肌线数目不同,故图中第六类有两个聚集点,分别代表其它 I 型与其它 II 型的分布情况。

表 2 6 种掌纹屈肌线纹型的 Fisher 判别结果 [n(%)]

Result of Fisher discriminant analysis

原类别		预测类别						
		总计	普通	桥贯	悉尼	通贯	叉贯	其他
判别结果	普通	169	158(93.5)	0(0)	10(5.9)	0(0)	0(0)	1(0.6)
	桥贯	83	0(0)	83(100)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	悉尼	14	0(0)	0(0)	14(100)	0(0)	0(0)	0(0)
	通贯	5	0(0)	0(0)	0(0)	5(100)	0(0)	0(0)
	叉贯	8	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	8(100)	0(0)
	其他	23	1(4.3)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	22(95.7)
回收验证结果	普通	169	158(93.5)	0(0)	10(5.9)	0(0)	0(0)	1(0.6)
	桥贯	83	0(0)	83(100)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	悉尼	14	0(0)	0(0)	14(100)	0(0)	0(0)	0(0)
	通贯	5	0(0)	0(0)	0(0)	5(100)	0(0)	0(0)
	叉贯	8	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	8(100)	0(0)
	其他	23	1(4.3)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	22(95.7)

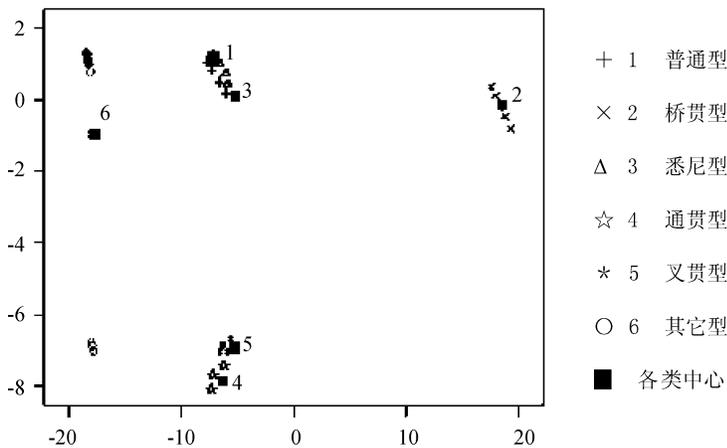


图 3 Fisher 判别下六种掌纹肌线型分布图

Distribution of six palmprints by Fisher discriminant analysis

4 讨论

虽然提出的特征向量与 Fisher 判别分类结合,得到了较高的分类准确率,但是从表 2 中也可以看出,仍然有一些掌纹屈肌线纹型被错分。可能的原因一是选用的判别方法是线性判别,虽然简单而且经典,但若选用其他更适合的分类方法,如支持向量机分类^[5]、非线性判别分类^[6]等,应该能取得更好的结果;另一方面,综合表 1 和表 2 可发现,普通型错分为悉尼型的比率最大,而普通型与悉尼型的差异仅仅表现在 x_2 上的不同,并且结合图 1 也可以看出,普通型与悉尼型也是最相似的纹型。可以想象如果进一步将 x_2 细化,或者继续加入

与 x_2 相关的其他特征后再作判别, 将会获得更满意的分类效果, 这也是下一步要做的工作。

尽管有文献记载的皮纹学研究已有百年历史, 但是在对掌纹屈肌线纹型的描述上一直采用 Cummins(1930) 提出的经典分类方法, 属于定性描述的皮纹指标, 在计算机科学高速发展的今天, 要想让皮纹学在现代中医学、人类学领域里发挥更广泛的作用, 如何将定性的各种皮纹特征定量化, 从而将计算机相关技术应用到医学和人类学领域, 是皮纹学进一步发展的关键。本文提出一种将传统皮纹学中定义的掌纹屈肌线纹型定量化的新方法, 所设定的三个变量组成的特征向量能够很好地区分 6 种常见的掌纹屈肌线纹型, 判别正确率较高, 为日后量化其他皮纹特征, 进一步研究疾病、民族、种族与皮纹的关系提供了新思路和新方法。

参考文献:

- [1] 张海国. 手纹科学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2004: 13-18.
- [2] 黄申, 徐成, 屈景辉, 等. 基于小波理论对掌纹主线提取和修复[J]. 中国图像图形学报, 2006, 11(8): 1139-1149.
- [3] 边肇祺, 张学工. 模式识别(第2版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000: 87-91.
- [4] 何晓群. 多元统计分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2004: 57-60.
- [5] 孙振球, 徐勇勇. 医学统计学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 295-298.
- [6] 张学工. 关于统计学习理论与支持向量机[J]. 自动化学报, 2000, 26(1): 32-44.
- [7] Mika S, Ratsch G, Weston J, *et al.* Fisher discriminant analysis with kernels[C]. Neural Networks for Signal Processing IX. New York: IEEE Press, 1999, 41-48.

Discriminant Analysis of Quantitative Palm Principal Linear Patterns

ZHANG Liang¹, QU Jinghui²

(1. Department of Bio-Medical Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710032;

2. Department of Computer Application, Fourth Military Medical University, Xi'an 710032)

Abstract: In order to discuss a novel feature vector describing quantitatively human palm patterns requires distinguishing six traditional kinds of patterns. These patterns from 302 palms belonging to 151 human subjects were described by the feature vector and analyzed using the Fisher discriminant analysis method. Results indicated an accuracy rate of 96% with this method. In particular four out of six palm patterns (bridge line, simian line, sydney line, rudimentary creases) were classified correctly. The validation rate of 96% was achieved through the "Jackknife" method. In conclusion, the feature vector clearly and accurately describes six kinds of palm patterns.

Key words: Palmar flexion crease; Quantitative; Fisher discriminant analysis